I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	**Kompetenzbereiche**				
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1		X			
1.2.1		X			
1.2.2		X			
2	X		X		
3.1	X				
3.2	X				
3.3	X				X
4.1		X			
4.2	X				
5.1	X				
5.2		X			
6.1		X			
6.2	X				
7	X	X			

Inhaltlicher Bezug
Q1: Wichtige Kohlenstoffverbindungen in Labor und Technik
Q3: Redoxreaktionen, Elektrochemie und Energetik

verbindliche Themenfelder:
Aliphatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.1), Redoxreaktionen und Elektrochemie (Q3.1), Energetik bei chemischen Reaktionen (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.1	berechnen $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} = \frac{1{,}250\,\text{bar} \cdot 8\,750\,\text{m}^3 \cdot 423{,}15\,\text{K}}{293{,}15\,\text{K} \cdot 40{,}00\,\text{bar}}$ $V_2 = 394{,}7\,\text{m}^3$	3		
1.2.1	berechnen 1 $\hat{=}$ feuchter Harnstoff; 2 $\hat{=}$ Wasser $Q = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T + m_2 \cdot r_2$ $Q = 1000\,\text{kg} \cdot 2{,}170\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 45{,}00\,\text{K} + 230{,}0\,\text{kg} \cdot 2\,254\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ $Q = 616{,}1\,\text{MJ}$	2	1	
1.2.2	berechnen $w = \frac{m_{\text{ein}} - m_{\text{aus}}}{m_{\text{ein}}} = \frac{48{,}6\,\text{g} - 47{,}0\,\text{g}}{48{,}6\,\text{g}}$ $w = 0{,}0329 \,\hat{=}\, 3{,}29\,\%$	2		
	Summe 8	**7**	**1**	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2	entwickeln Der Angriff mit der zweiten Aminogruppe erfolgt analog auf der anderen Seite und es entstehen Barbitursäure sowie ein weiteres Ethanolmolekül.		3	2
	Summe 5		**3**	**2**

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
3.1	prüfen Stickstoff wird aus einer höheren (+IV in Stickstoffdioxid) und einer niedrigeren (−III in Ammoniak) Oxidationsstufe in eine dazwischenliegende Oxidationsstufe (0 im Stickstoffmolekül) überführt. Somit finden Reduktion (Elektronenaufnahme) und Oxidation (Elektronenabgabe) statt. Es handelt sich demnach um eine Redoxreaktion.		3	
3.2	angeben heterogene Katalyse	1		
	erläutern Der Katalysator eröffnet einen anderen Reaktionsweg. In der Abgasreinigung werden die Gase an der Oberfläche des festen Katalysators vorbeigeführt. Die Aktivierungsenergie ist im Vergleich zur Reaktion ohne Katalysator vermindert. Die Produkte N_2 und H_2O werden gebildet und abgeführt.		3	
3.3	diskutieren Bei der Korrosion wird ein Metall durch Oxidation zersetzt. Dabei muss das Elektrodenpotenzial des Metalls niedriger sein als das des Oxidationsmittels, das in diesem Fall ein Bestandteil des AdBlue® ist. Das Standardelektrodenpotenzial von Eisen liegt zwischen dem von Aluminium und Nickel. Da sowohl das unedlere Aluminium als auch das edlere Nickel oxidiert werden, ist zu erwarten, dass auch Eisen korrodiert wird. Ein Behälter aus Eisen ist somit ungeeignet für die Lagerung von AdBlue®.			4
	erläutern Für den Lagerbehälter kann ein korrosionsbeständiger Werkstoff, z. B. Kunststoff, verwendet bzw. der Lagerbehälter mit einem korrosionsbeständigen Material, das ein höheres Elektrodenpotenzial hat, ausgekleidet werden.		1	
	Summe 12	**1**	**7**	**4**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
4.1	berechnen Dauer der Elektrolyse $\frac{m}{M} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}$ $t = \frac{z \cdot F \cdot m}{I \cdot M} = \frac{2 \cdot 96\,485 \cdot 0{,}3532}{4{,}000 \cdot 63{,}55} \frac{\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{g} \cdot \text{mol}}{\text{A} \cdot \text{mol} \cdot \text{g}}$ $t = 268{,}1\,\text{s} = 4{,}469\,\text{min}$ Kupfergehalt der Probe Aliquoter Faktor $f_\text{a} = \frac{250{,}0\,\text{mL}}{50{,}00\,\text{mL}}$ $w = \frac{m_\text{Cu} \cdot f_\text{a}}{m_\text{Probe}} = \frac{0{,}3532\,\text{g} \cdot 5{,}000}{1{,}9939\,\text{g}}$ $w = 0{,}8857$	4		
4.2	erklären Das Standardelektrodenpotenzial des Redoxpaares $2H^+/H_2$ liegt tiefer als das von Cu^{2+}/Cu, sodass bei der Elektrolyse eigentlich Wasserstoff statt Kupfer entstehen sollte. An der Platinelektrode liegt jedoch für das Gas Wasserstoff eine Überspannung vor, sodass die tatsächliche Zersetzungsspannung, die für die H_2-Entwicklung notwendig wäre, diejenige der Kupferabscheidung überschreitet.			3
	Summe 7	**4**		**3**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
5.1	zuordnen An der Anode findet die Oxidation statt, hier liegt der Pluspol vor, da dem zu oxidierenden Element Elektronen entzogen werden. In diesem Fall wird Stickstoff der Oxidationsstufe −III zu Stickstoff der Oxidationsstufe 0 oxidiert. Seite A ist daher die Anode bzw. der Pluspol. An der Kathode findet die Reduktion statt, hier liegt der Minuspol an, da dem zu reduzierenden Element Elektronen aufgezwungen werden. In diesem Fall wird Wasserstoff der Oxidationsstufe +I zu Wasserstoff der Oxidationsstufe 0 reduziert. Seite B ist daher die Kathode bzw. der Minuspol.		3	

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
5.2	beurteilen Die Freie Reaktionsenthalpie ist ein Maß für die Triebkraft einer Reaktion. Das negative Vorzeichen zeigt, dass die Bildung der Moleküle Ammoniak und Wasser freiwillig abläuft. Der Wert von Wasser ist stärker negativ, somit ist die Bildung von Wasser aus den Elementen im Vergleich freiwilliger. Die Bildung der Moleküle aus den Elementen stellt den umgekehrten Vorgang der Elektrolysereaktion dar. Die Spannung hängt gemäß folgender Formel mit der Freien Reaktionsenthalpie zusammen: $\Delta E = -\frac{\Delta_R G_m^0}{z \cdot F}$ Für die Reaktion $NH_3 \rightarrow \frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2$ gilt $\Delta_R G_m^0 = -\Delta_f G_m^0(NH_3) = +16 \frac{kJ}{mol}$ $\Delta E = -\frac{\Delta_R G_m^0}{z \cdot F} = \frac{-16000}{3 \cdot 96485} \frac{J \cdot mol}{mol \cdot C} = -0{,}06\,V$ Für die Reaktion $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$ gilt $\Delta_R G_m^0 = -\Delta_f G_m^0(H_2O) = +229 \frac{kJ}{mol}$ $\Delta E = -\frac{\Delta_R G_m^0}{z \cdot F} = \frac{-229000}{2 \cdot 96485} \frac{J \cdot mol}{mol \cdot C} = -1{,}19\,V$ Die Spannungen sind negativ, da die Reaktionen erzwungen werden, d. h. positive Spannungswerte bei der Elektrolyse angelegt werden müssen. In der Realität sind aufgrund von mit der Abscheidung der Gase verbundenen Überspannungen die benötigten Spannungen gegebenenfalls noch höher: 0,37 V (NH_3) bzw. 1,23 V (H_2O).			4
	Summe 7		**3**	**4**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	**II**	**III**
6.1	berechnen $M\left(\text{CO(NH}_2)_2\right) = 60,06\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $c\left(\text{NH}_4^+\right) = 2\cdot c\left(\text{CO(NH}_2)_2\right) = 2\cdot\frac{\beta\left(\text{CO(NH}_2)_2\right)}{M\left(\text{CO(NH}_2)_2\right)}$ $c\left(\text{NH}_4^+\right) = 2\cdot\frac{5000\cdot 10^{-3}\,\text{g}\cdot\text{mol}}{\text{L}\cdot 60,06\,\text{g}} = \frac{1}{6,006}\,\frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,1665\,\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ $E = E^0 + \frac{RT}{F}\cdot\ln\left\{\frac{c\left(\text{NH}_4^+\right)\cdot\text{L}}{\text{mol}}\right\}$ $E = 0,222\,\text{V} + \frac{8,314\cdot 298,15}{96485}\,\frac{\text{J}\cdot\text{K}\cdot\text{mol}}{\text{K}\cdot\text{mol}\cdot\text{A}\cdot\text{s}}\cdot\ln\left\{\frac{0,1665\,\text{mol}\cdot\text{L}}{\text{L}\cdot\text{mol}}\right\}$ $E = 0,222\,\text{V} - 0,046\,\text{V} = 0,176\,\text{V} = 176\,\text{mV}$	3		
6.2	erläutern Der Harnstoffsensor beruht auf der Bestimmung der Ammoniumionen-Konzentration, die mithilfe des Elektrodenpotenzials der ammoniumselektiven Elektrode (ASE) ermittelt werden kann. Das Potenzial einer Elektrode lässt sich jedoch experimentell nicht direkt bestimmen. Einer Messung zugänglich ist lediglich die Potenzialdifferenz, also die Spannung zwischen zwei Elektroden. Daher wird die ASE gegen eine Referenzelektrode geschaltet, deren Potenzial konstant ist.		3	
	Summe 6	**3**	**3**	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	**II**	**III**
7	erklären Mit dem Wasser der Creme bildet sich folgendes Protolysegleichgewicht: $CH_3\text{-CH(OH)-COOH} + H_2O \rightleftarrows CH_3\text{-CH(OH)-COO}^- + H_3O^+$ Bilden sich durch Abbau von Harnstoff basische Verbindungen, so nehmen diese von Wasser ein Proton auf und es bilden sich Hydroxidionen OH^-. Diese können von dem Puffersystem abgefangen werden. Die OH^--Ionen reagieren mit den H_3O^+-Ionen, da diese die stärkste Säure sind. Somit wird aus dem Gleichgewicht Produkt entfernt, sodass das Gleichgewicht gestört wird. Das Puffersystem reagiert nun in Richtung Produkte, um das Gleichgewicht wieder einzustellen, d. h. es werden Oxoniumionen nachgebildet. Somit stellt sich wieder annähernd der ursprüngliche pH-Wert ein.		1	4
	Summe 5		**1**	**4**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Chemietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung von zwei Aufgabenmodulen, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	7	1		**8**
2		3	2	**5**
3	1	7	4	**12**
4	4		3	**7**
5		3	4	**7**
6	3	3		**6**
7		1	4	**5**
Summe	**15**	**18**	**17**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.